



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑯ DE 198 56 140 A 1

⑮ Int. Cl. 7:

H 05 B 1/02

H 05 B 3/74

DE 198 56 140 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 56 140.7
⑯ Anmeldetag: 4. 12. 1998
⑯ Offenlegungstag: 8. 6. 2000

⑯ Anmelder:

BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, 81669 München, DE

⑯ Erfinder:

Has, Uwe, Dipl.-Ing., 84579 Unterneukirchen, DE;
Horn, Katrin, Dipl.oec.troph., 83301 Traunreut, DE;
Neuhauser, Maximilian, Dipl.-Ing., 83339 Chieming, DE

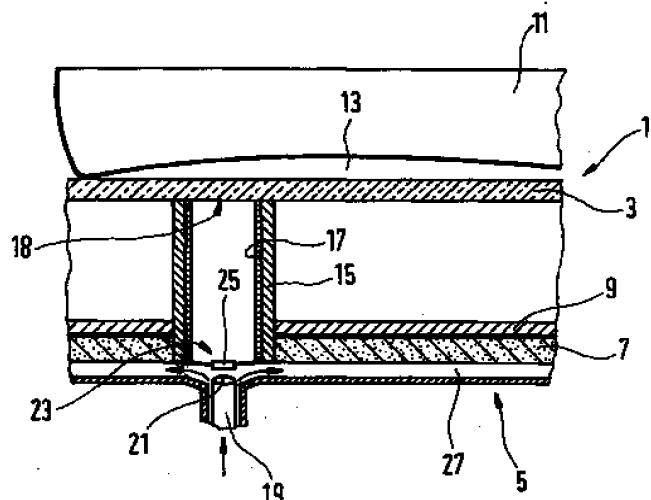
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	196 54 773 C1
DE	24 37 026 B2
DE	195 41 632 A1
DE	40 07 971 A1
GB	20 72 334 A
US	56 58 478 A
EP	02 20 333 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Sensorgesteuertes Kochfeld mit unterhalb der Kochfeldplatte angeordneter Sensoreinheit

⑯ Bekannt ist ein sensorgesteuertes Kochfeld mit einer Kochfeldplatte, insbesondere aus Glaskeramik, mit zumindest einer Kochzone, die mittels eines unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten Heizelementes beheizbar ist, sowie mit einer unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten und gegen deren Unterseite im Bereich eines flächenmäßig begrenzten Meßfleckes gerichteten Wärmestrahlungs-Sensoreinheit, die in Verbindung steht mit einer Steuereinheit zur Regelung der Heizleistung des Heizelementes. Um topfunabhängig eine möglich genaue Heizleistungsregelung zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Wert des Transmissionsgrades des Materials der Kochfeldplatte zumindest im Bereich des Meßfleckes zumindest im spektralen Meßbereich der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit kleiner als 30%, vorzugsweise kleiner als 10% und insbesondere annähernd etwa 0% ist.



DE 198 56 140 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein sensorgesteuertes Kochfeld mit einer Kochfeldplatte, insbesondere aus Glaskeramik oder Glas, mit zumindest einer Kochzone, die mittels eines unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten Heizelementes beheizbar ist, sowie mit einer unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten und gegen deren Unterseite im Bereich eines flächenmäßig begrenzten Meßfleckes gerichteten Wärmestrahlungs-Sensoreinheit, die in Verbindung steht mit einer Steuereinheit zur Regelung der Heizleistung des Heizelementes.

Ein derartiges Kochfeld ist bekannt aus der Druckschrift GB 2 072 334 A, wobei unterhalb der Kochfeldplatte eine parabolische Reflektoranordnung vorgesehen ist. Die Reflektoranordnung sammelt die von der Unterseite des Bodens einer auf der Kochfeldplatte abgestellten und mittels des Heizelementes beheizten Pfanne abgestrahlte Wärmestrahlung und leitet diese über eine angeschlossene optische Verbindungsleitung zu einer infrarotsensitiven Photodiode. Die derart detektierte Wärmestrahlung wird als Signal zur Regelung der Heizleistung des Heizelementes verwendet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei einem sensorgesteuerten Kochfeld nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 die Heizleistungsregelung topfunabhängig ausreichend genau zu gewährleisten.

Erfindungsgemäß ist dies dadurch erreicht, daß der Wert des Transmissionsgrades der Kochfeldplatte zumindest im Bereich des Meßfleckes zumindest im spektralen Meßbereich der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit weniger als 30%, vorzugsweise weniger als 10% und insbesondere annähernd etwa 0% beträgt. Durch den gering gewählten Wert des Transmissionsgrades des Materials der Kochfeldplatte ist sichergestellt, daß der störende, weil unbekannte Einfluß der vom Topfboden in Richtung auf die Kochfeldplatte und damit auf den Wärmestrahlungs-Sensor abgestrahlten Wärmestrahlung gering ist. Dies ist insbesondere deshalb wichtig, weil sich der Wert des Emissionsgrades der Topfbodenunterseite abhängig vom Kochtopftyp typischerweise zwischen 20 und 90% bewegen kann. Erfindungsgemäß ist also sichergestellt, daß der Wärmestrahlungs-Sensor im wesentlichen bis ausschließlich die von der Unterseite der Kochfeldplatte abgestrahlte Wärmestrahlung empfängt.

Um eine ausreichende Meßempfindlichkeit des sensorgesteuerten Kochfeldes erreichen zu können, beträgt erfindungsgemäß der Emissionsgrad der Unterseite der Kochfeldplatte zumindest im Bereich des Meßfleckes zumindest im spektralen Meßbereich der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit zumindest 60%, insbesondere mehr als 90%. Die erfindungsgemäße Meßgenauigkeit ist zumindest ausreichend, um Brat- oder Frittvorgänge bei zufriedenstellenden Garergebnissen durchführen zu können. Zur Steigerung der Genauigkeit des sensorgesteuerten Systems ist es zweckmäßig, Töpfe beziehungsweise Pfannen mit möglichst ebenem und damit großflächig auf der Oberseite der Kochfeldplatte aufliegendem Boden zu verwenden.

Mit geringem Aufwand ist ein Meßfleck mit geeigneten Transmissions- und Emissionseigenschaften realisierbar, wenn die Kochfeldplatte an ihrer Unterseite im Bereich des Meßfleckes mit einer dunklen insbesondere schwarzen Emissionsschicht versehen ist. Die Transmissions- bzw. Emissionswerte sind dann zum einen unabhängig von Fertigungsstreuungen und zum anderen über die Lebensdauer der Kochfeldplatte trotz deren Alterung im wesentlichen konstant. Weiterhin sind die Werte dann auch unabhängig von den Eigenschaften des Materials der Kochfeldplatte bzw. hersteller- oder farbtönungsunabhängig.

Eine geeignete Größe des Meßfleckes bewegt sich bei

etwa 1 bis 4 cm². Dadurch ist sichergestellt, daß der Meßfleck einerseits nicht zu groß ist, was ein gleichmäßiges Garergebnis in der Pfanne beziehungsweise dem Topf beeinträchtigen würde. Andererseits darf der Meßfleck auch nicht

5 zu klein sein, damit der Einfluß der Wärmestrahlung des Topfbodens auf die Glaskeramik groß genug bleibt. Im Falle einer zu kleinen Flächenausdehnung des Meßfleckes ist dessen abgefühlte Temperatur trotz der geringen Wärmeleitfähigkeit von beispielsweise Glas oder Glaskeramik im we-

10 sentlichen ausschließlich abhängig von der Temperatur der Glaskeramik in der Umgebung des Meßfleckes. Ziel des erfindungsgemäßen Kochfeldes ist es jedoch, auf die Temperatur des auf der Kochfeldplatte abgestellten und beheizten Gargefäses zu schließen beziehungsweise diese zu regeln.

15 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die Wärmestrahlungs-Sensoreinheit einen Spezialfilter auf, dessen spektraler Durchlaßbereich im wesentlichen zwischen etwa 4 und 8 µm liegt. In diesem Bereich ist sowohl der Wert des Transmissionsgrades als auch der des durchschnittlichen Reflexionsgrades des Materials der Kochfeldplatte

20 bei typischen Glaskeramik-Kochfeldplatten ausreichend gering. Daraus ergibt sich in diesem Wellenlängenbereich ein hoher Emissionsgrad der Unterseite der Kochfeldplatte und damit verbunden eine hohe Meßempfindlichkeit und -genauigkeit. Alternativ kann der spektrale Durchlaßbereich typischerweise auch zwischen etwa 10 bis 20 µm liegen. Auch

25 in diesem Bereich beträgt der Wert des Transmissionsgrades bei typischem Glaskeramikmaterial etwa 0% und der des Reflexionsgrades ist deutlich geringer als in den beidseitig benachbarten Wellenlängenbereichen. Die Wahl eines geeigneten Spektralfilters ist insbesondere von dessen Preis abhängig sowie von der in dem jeweiligen Wellenlängenbereich erzielbaren Empfindlichkeit beziehungsweise Meß- und Regelgenauigkeit des sensorgesteuerten Kochfeldes.

30 Erfindungsgemäß ist an der Unterseite der Kochfeldplatte im Bereich des Meßfleckes ein Meßschacht angeordnet, in dem die Wärmestrahlungs-Sensoreinheit auf dem Meßfleck der Kochfeldplatte gerichtet ist. Diese Maßnahme stellt sicher, daß die temperaturmäßige Beeinflussung des Meßfleckes durch das Wärmestrahlung abstrahlende Heizelement stark verringert beziehungsweise ausgeschlossen ist. Dabei

35 ist es besonders günstig, wenn der Meßschacht möglichst dicht an der Unterseite der Kochfeldplatte anliegt, sowie wenn der Strahlungskanal im Meßschacht möglichst gut von dem Raum außerhalb des Meßschachtes isoliert ist.

40 Um eine möglichst gleichmäßige Wärmeverteilung im Topfboden und in der Kochfeldplatte und damit verbunden eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, umzieht vorteilhaftweise das Heizelement den Meßschacht und damit den Meßfleck im wesentlichen allseitig.

45 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform berechnet eine Recheneinheit des Kochfeldes aus dem Signal der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit und in einer Speichereinheit abgelegten Kenndaten des Kochfeldes die Temperatur des Bodens eines auf der Kochfeldplatte abgestellten beheizten Gargefäses und gibt diese an die Steuereinheit zur Regelung der Heizleistung weiter. Aus in Laborversuchen gewonnenen Erkenntnissen können typische Kennzahlen für die Beziehung des Meßsignals der Sensoreinheit zur vorherrschenden

50 TopfbodenTemperatur gewonnen werden. Diese sind dann in der Speichereinheit abgelegt und werden beim Garvorgang mit dem Meßsignal der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit geeignet verknüpft. Aus der daraus abgeleiteten Bodentemperatur werden dann wiederum Stellsignale für die

60 Heizleistung des entsprechenden Heizelementes ermittelt. Die Genauigkeit des Systems kann insbesondere bei großflächigen Gargefäßen wie beispielsweise Bräterpfannen erhöht werden, wenn zumindest zwei Wärmestrahlungs-Sen-

soreinheiten verwendet werden. Weiterhin ist es zweckmäßig, eine an sich bekannte Topferkennungseinheit zu realisieren oder die Meßsignale der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit zur Topferkennung zu verwenden.

Nachfolgend sind anhand schematischer Darstellungen zwei Ausführungsbeispiele des erfundungsgemäßen, sensorgesteuerten Kochfeldes beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 in einer Schnittdarstellung abschnittsweise das Kochfeld mit darauf abgestelltem Topf gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 die Verläufe des Transmissions- und des Reflexionsgrades einer Glaskeramik-Kochfeldplatte im interessierenden Wellenlängenbereich,

Fig. 3 abschnittsweise in einer Ansicht von oben den Anordnung des Heizelementes im Bereich des Meßschachtes der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit,

Fig. 4 ein Blockschaltbild wesentlicher Regelungseinheiten des sensorgesteuerten Kochfeldes und

Fig. 5 abschnittsweise den Bereich unterhalb der Kochfeldplatte im Bereich des Meßflecks gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel in einer Schnittdarstellung gemäß **Fig. 1**.

Ein Kochfeld **1** weist eine Kochfeldplatte **3** aus Glaskeramikmaterial auf, auf deren Oberseite mit Hilfe einer Dekorbedruckung beheizbare Zonen markiert sind (**Fig. 1**). Diese Zonen sind unterhalb der Kochfeldplatte **3** jeweils entsprechende an sich bekannte metallische Heizkörpertöpfe **5** zugeordnet. Diese sind mittels an sich bekannter, nicht gezeigter Hilfsmittel an die Unterseite der Kochfeldplatte **3** gedrückt. Der Heizkörpertopf **5** weist boden- sowie umfangseitig eine Heizkörperisolierung **7** auf. In dieser beziehungsweise auf dieser ist ein an sich bekannter Strahlungsheizleiter **9** gehalten, der beim Speisen mit elektrischem Strom Wärmestrahlung insbesondere in Richtung auf die Unterseite der Kochfeldplatte **3** abgibt. Oberhalb des Heizkörpertopfes **5** beziehungsweise des Strahlungsheizleiters **9** ist eine Bratpfanne **11** auf der Oberseite der Kochfeldplatte **3** abgestellt. Zwischen der Unterseite des Bodens der Bratpfanne **11** und der Oberseite der Kochfeldplatte **3** ist typischerweise ein geringer Luftspalt **13** vorhanden. Der Emissionsgrad ϵ der Unterseite des Topfbodens **11** beträgt bei Edelstahlköpfen typischerweise ungefähr 10 bis 20% und bei einem schwarz emaillierten Topfboden typischerweise ungefähr 80 bis 90%. Im Bereich unterhalb des Bodens der Bratpfanne **11** ist ein rohrförmiger Meßschacht **15** vorgesehen, dessen obere Stirnseite dicht an der Unterseite der Kochfeldplatte **3** anliegt. Der Durchmesser des Meßschachtes beträgt etwa 1 bis 2 cm. Der Meßschacht **15** ist mit geeigneten Isolationsmitteln zur thermischen Abschottung der nachfolgend beschriebenen Meßanordnung insbesondere gegenüber dem Heizleiter **9** versehen. Weiterhin weist der Meßschacht **15** an seiner Innenumfangseite zur Erhöhung der Empfindlichkeit der nachfolgend beschriebenen Meßanordnung eine Reflexionsschicht **17** auf. Die von dem Meßschacht **15** begrenzte Kreisfläche auf der Unterseite der Kochfeldplatte **3** dient als Meßfleck **18** der Meßanordnung. An der dem Meßfleck **18** gegenüberliegenden Ende des Meßschachtes **15** ist ein wärmestrahlungsempfindlicher Infrarotsensor **19** angeordnet. Diesem vorgeschaltet ist eine Infraroptik **21** mit einem Spektralfilter, dessen spektraler Durchlaßbereich zwischen etwa 5 und 8 μm liegt. Durch eine Blendenöffnung **23** im Boden des Meßschachtes **15** ist der Infrarotsensor **19** auf den Meßfleck **18** der Kochfeldplatte **3** gerichtet. Zum Schutz des Infrarotsensors **19** ist in die Blendenöffnung **23** ein geeignetes Sensorfenster **25** gesetzt. Zur Kühlung des Infrarotsensors **19** sitzt dieser in einem Kühlkanalstützen des Bodens des Heizkörpertopfes **5**,

dem bei Bedarf Kühlluft (Kühlluftpfeile) zugeführt wird. Weiterhin ist zwischen dem Heizkörpertopf **5** und der Heizkörperisolierung **7** ein Kühlkanal **27** vorgesehen. Dadurch ist sichergestellt, daß die zulässige Dauerbetriebstemperatur des Infrarotsensors **19** von etwa 100 bis 120°C nicht überschritten wird (**Fig. 1**).

Der Transmissionsgrad der Glaskeramik-Kochfeldplatte weist in dem durch den Spektralfilter definierten spektralen Meßbereich des Infrarotsensors **19** von etwa 5 bis 8 μm gemäß **Fig. 2** einen Transmissionsgrad τ von etwa 0% auf. Dies bedeutet, daß die vom Topfboden **11** abgestrahlte Wärmestrahlung nicht direkt durch die Kochfeldplatte **3** hindurch zum Infrarotsensor **19** gelangen kann. Der Topfboden **11** kann durch Wärmeleitung und Wärmestrahlung lediglich die Glaskeramikplatte **3** erwärmen. Diese strahlt nun bei einem durchschnittlichen Emissionsgrad ϵ ($= 1 - r$) von etwa 95% (siehe **Fig. 2**) Strahlungswärme zum Infrarotsensor **19**. Die Meß- und Regelgenauigkeit des Systems ist um so höher, je besser die thermische Ankopplung des Topfbodens **11** an die Glaskeramikplatte **3** einerseits und deren Ankopplung an den Infrarotsender **19** andererseits realisiert ist. Alternativ ist es auch möglich, einen Spektralfilter **21** vorzusehen, dessen spektraler Durchlaßbereich zwischen etwa 10 bis 20 μm liegt. Auch in diesen Wellenlängenbereich von $\lambda = 10$ bis 20 μm beträgt der Wert des Transmissionsgrades τ etwa 0% und der des Reflexionsgrades r etwa um die 10%, woraus sich ein durchschnittlicher Emissionsgrad ϵ von etwa 90% ergibt (**Fig. 2**).

Um grundsätzlich unabhängig von den Materialeigenschaften der Kochfeldplatte zu sein, ist gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel nach **Fig. 5** im Bereich des Meßfleckes **18** die Unterseite der Kochfeldplatte **3** mit einer schwarzen Farbschicht **31** bedeckt. Der Wert des Transmissionsgrades τ beträgt dabei idealerweise etwa 0% und der des Emissionsgrades ϵ etwa 100% (**Fig. 5**).

Um eine möglichst gleichmäßige Wärmeverteilung im Topfboden **11** sowie in der Glaskeramikplatte **3** zu erreichen, umzieht der Heizleiter **9** gemäß **Fig. 3** den Meßschacht **15** im wesentlichen allseitig. Ob der Meßschacht **15** dabei am Rand des Heizkörpertopfes **5** oder eher in dessen Zentralbereich angeordnet ist, ist abhängig von den jeweiligen Gegebenheiten. Beispielsweise kann es bei der Verwendung von zwei Meßschächten **15** in einem Heizkörpertopf **5** aus Genauigkeitsgründen trotz einer beispielsweise ungleichmäßigen Temperaturverteilung im Boden der Pfanne vorteilhaft sein, wenn die beiden Meßschächte **15** jeweils im Randbereich des Heizkörpertopfes **5** angeordnet sind (**Fig. 3**).

Beim Betrieb des sensorgesteuerten Kochfeldes **1** strahlt die Unterseite des von dem Strahlungsheizleiter **9** beheizten Topfbodens **11** fortwährend Wärmestrahlung auf die darunter angeordnete Kochfeldplatte **3**. Andererseits strahlen sowohl der Strahlungsheizleiter **9** als auch die Kochfeldplatte **3** Wärmestrahlung zum Topfboden **11**. Zuzüglich findet in den Bereichen, in denen der Topfboden die Kochfeldplatte berührt Wärmeleitung zwischen beiden statt. Dasselbe gilt auch in Richtung parallel zur Kochfeldplatte **3** innerhalb dieser. Der Infrarotsensor **19** ist durch den Meßschacht **15** von der Wärmestrahlung des Strahlungsheizleiters **9** abgeschirmt. Außerdem ist er auch durch die Eigenschaften des Materials der Kochfeldplatte von der Wärmestrahlung des Gargefäßes **11** weitestgehend abgeschirmt. In Maßreihen kann nun ein Zusammenhang zwischen der von der Unterseite der Glaskeramik-Kochfeldplatte **3** im Bereich des Meßfleckes **18** zum Infrarotsensor **19** abgestrahlten Wärmestrahlung und der Temperatur des Bodens der Bratpfanne **11** ermittelt werden. Beim Betrieb des Kochfeldes **1** ermittelt eine Recheneinheit **41** des Kochfeldes aus dem Meßwert **S**

des Infrarotsensores **19** und aus in einer Speichereinheit **43** des Kochfeldes **1** abgelegten Kenndaten der Anordnung ein entsprechendes Ausgangssignal, aus dem eine Steuereinheit **45** des Kochfeldes **1** ein Heizleistungssignal P für den Strahlungsheizleiter **9** ableitet (Fig. 4). Dadurch ist es möglich, daß beispielsweise eine von einer Bedienperson über an sich bekannte Eingabekomponente vorgegebene Frittiertemperatur von 180°C durch die Steuereinheit **45** automatisch eingeregelt wird.

5

Temperatur des Bodens eines auf der Kochfeldplatte **(3)** abgestellten, beheizten Topfes **(11)** berechnet und an die Steuereinheit **(45)** weitergibt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

Patentansprüche

1. Sensorgesteuertes Kochfeld mit einer Kochfeldplatte, insbesondere aus Glaskeramik, mit zumindest einer Kochzone, die mittels eines unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten Heizelementes beheizbar ist, sowie mit einer unterhalb der Kochfeldplatte angeordneten und gegen deren Unterseite im Bereich eines flächenmäßig begrenzten Meßfleckes gerichteten Wärmestrahlungs-Sensoreinheit, die in Verbindung steht mit einer Steuereinheit zur Regelung der Heizleistung des Heizelementes, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wert des Transmissionsgrades der Kochfeldplatte **(3)** zumindest im Bereich des Meßfleckes **(18)** zumindest im spektralen Meßbereich der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit **(19)** kleiner als 30%, vorzugsweise kleiner als 10% und insbesondere annähernd etwa 0% ist.
2. Sensorgesteuertes Kochfeld nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Emissionsgrad der Kochfeldplatte **(3)** zumindest im Bereich des Meßfleckes **(18)** zumindest im spektralen Meßbereich der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit **(19)** mindestens 60%, insbesondere mehr als 90% beträgt.
3. Sensorgesteuertes Kochfeld nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kochfeldplatte **(3)** an ihrer Unterseite im Bereich des Meßfleckes **(18)** mit einer dunklen Emissionsschicht **(31)** versehen ist.
4. Sensorgesteuertes Kochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßfleck **(18)** eine Flächenausdehnung von etwa 1 bis 4 cm² aufweist.
5. Sensorgesteuertes Kochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Glaskeramik-Kochfeldplatte, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmestrahlungs-Sensoreinheit **(19)** einen Spektralfilter **(21)** aufweist, dessen spektraler Durchlaßbereich zwischen etwa 4 und 8 µm liegt.
6. Sensorgesteuertes Kochfeld nach einem der Ansprüche 1 bis 4 mit einer Glaskeramik-Kochfeldplatte, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmestrahlungssensoreinheit **(19)** einen Spektralfilter aufweist, dessen spektraler Durchlaßbereich zwischen etwa 10 bis 20 µm liegt.
7. Sensorgesteuertes Kochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der Unterseite der Kochfeldplatte **(3)** im Bereich des Meßfleckes **(18)** ein Meßschacht **(15)** angeordnet ist, in dem die Wärmestrahlungs-Sensoreinheit **(19)** auf den Meßfleck **(18)** der Kochfeldplatte **(3)** gerichtet ist.
8. Sensorgesteuertes Kochfeld nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Heizelement **(9)** den Meßschacht **(15)** und damit den Meßfleck **(18)** im wesentlichen allseitig umzieht.
9. Sensorgesteuertes Kochfeld nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Recheneinheit **(41)** aus dem Signal der Wärmestrahlungs-Sensoreinheit **(19)** und in einer Speichereinheit **(43)** abgelegten Kenndaten des Kochfeldes **(1)** die

45

50

55

60

65

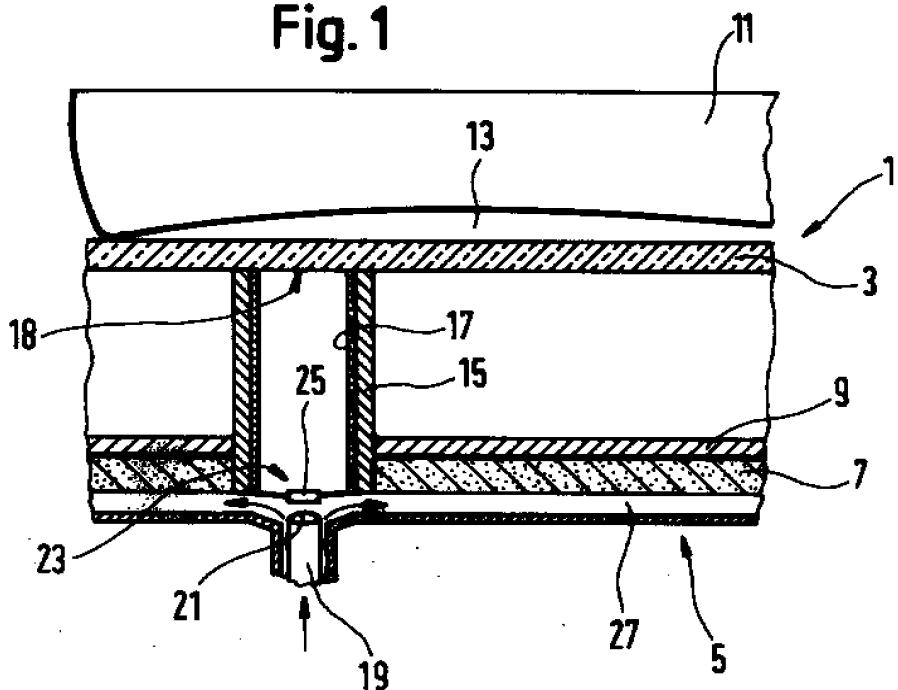
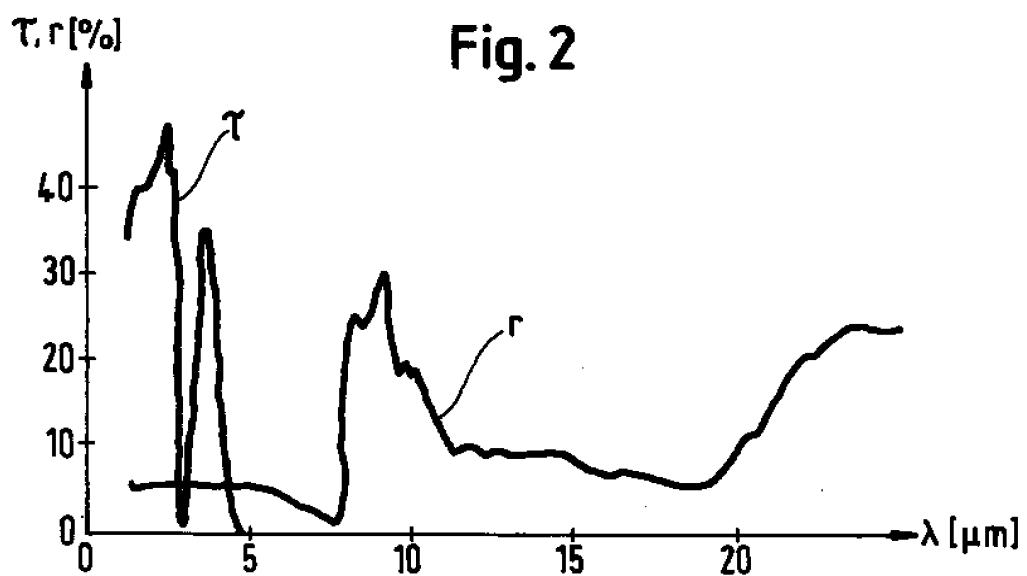
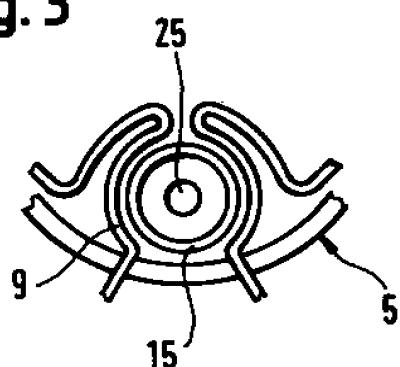
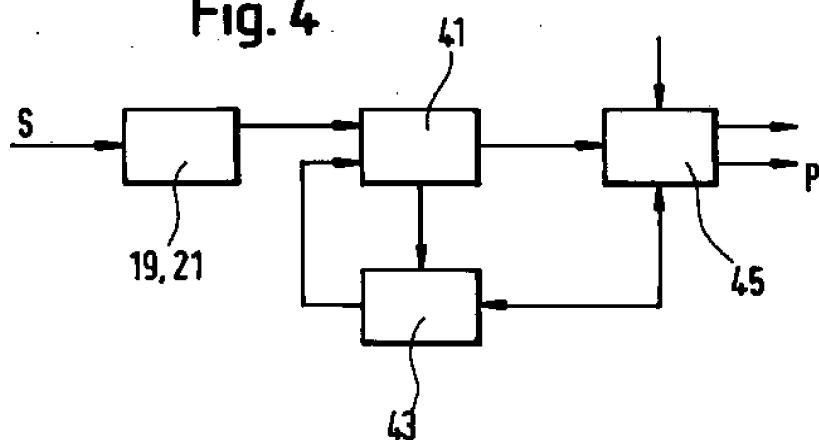
Fig. 1**Fig. 2**

Fig. 3**Fig. 4****Fig. 5**